

УДК 633.31/37:352.1:367.2:39

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-4-6-14>

ИЗУЧЕНИЕ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВΟΣМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

А.А. Шаманин, научный сотрудник
В.А. Корелина, кандидат сельскохозяйственных наук
О.Б. Батакова, кандидат сельскохозяйственных наук
А.Н. Носков, научный сотрудник

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук
163020, Россия, г. Архангельск, проспект Никольский, д. 20
dirnauka@fciarctic.ru*

STUDY OF ANNUAL GRASS MIXTURES IN THE CONDITIONS NORTHERN TERRITORIES OF THE ARKHANGELSK REGION

A.A. Shamanin, Researcher
V.A. Korelina, Candidate of Agricultural Sciences
O.B. Batakova, Candidate of Agricultural Sciences
A.N. Noskov, Researcher

*Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research
163020, Russia, Arkhangelsk, Nikolsky Avenue, 20
dirnauka@fciarctic.ru*

Представлены результаты изучения однолетних смесей овса ярового с викой яровой, горохом полевым, люпином узколистным и рапсом яровым в условиях северных территорий Архангельской области (Холмогорский район) в 2020–2021 гг. В полевом опыте по общепринятым методикам изучали рост, развитие и продуктивность травосмесей. Почва участка дерново-мелкоподзолистая супесчаная высокоокультуренная. В периоды вегетации — июнь и июль — погодные условия различались: в 2020 г. складывались благоприятные условия для жизнедеятельности однолетних культур, а в 2021 г. — засушливые. В результате исследований установлено, что в изменчивых погодных условиях северных территорий Архангельской области наиболее предпочтительно создавать однолетние травостои из сортов овса ярового и гороха полевого, предназначенных для использования на зеленую массу. Такие агроценозы при заявленной густоте стояния позволяют получать от 6,31 т/га до 7,31 т/га сухого вещества, 62,03–70,44 ГДж обменной энергии и 1,01–1,15 т/га сырого протеина. Растения люпина узколистного и рапса ярового прямостоячие, не нуждаются в опоре и не подвержены полеганию, возможно осуществление регулирования структуры урожая, а соответственно и показателей продуктивности, посредством изменения соотношения высеваемых компонентов и общей густоты стояния растений. Использование рапса ярового в сме-

* Работа выполнена в рамках гранта с Министерством экономического развития, промышленности и науки Архангельской области по договору № 4 от 22.09.2021 г.\

си с овсом яровым обеспечивает, независимо от погодных условий, продуктивность агроценозов на уровне контрольного варианта, что позволяет разнообразить видовой ассортимент культур и снизить риски влияния неблагоприятных факторов.

Ключевые слова: кормовые культуры, люпин узколистый, рапс яровой, горох полевой, однолетние травостой, урожайность, сырой протеин, обменная энергия.

The results of a study of annual mixtures of spring oats with spring vetch, field peas, narrow-leaved lupine and spring rapeseed in the conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region (Kholmogory district) in 2020–2021 are presented. In the field experiment, according to generally accepted methods, the growth, development and productivity of grass mixtures were studied. The soil of the site is soddy-small-podzolic sandy loam highly cultivated. During the growing season — June and July — the weather conditions differed: in 2020, favorable conditions were formed for the life of annual crops, and in 2021 — dry. As a result of the research, it was found that in the changeable weather conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region, it is most preferable to create annual grass stands from varieties of spring oats and field peas intended for use on green mass. Such agroecosystems, at the stated stand density, allow to obtain from 6.31 t/ha to 7.31 t/ha of dry matter, 62.03–70.44 GJ of metabolic energy and 1.01–1.15 t/ha of crude protein. Plants of narrow-leaved lupine and spring rapeseed are upright, do not need support and are not subject to lodging, it is possible to regulate the structure of the crop, and, accordingly, productivity indicators by changing the ratio of sown components and the total density of plants. The use of spring rape in a mixture with spring oats ensures, regardless of weather conditions, the productivity of agroecosystems at the level of the control variant, which makes it possible to diversify the species assortment of crops and reduce the risks of adverse factors.

Keywords: forage crops, narrow-leaved lupine, spring rapeseed, field pea, annual herbage, productivity, crude protein, metabolic energy.

Введение. Архангельская область относится к северному природно-экономическому региону, а ее северные территории приравнены к районам Крайнего Севера. В силу того, что почвенно-климатические условия региона не позволяют заниматься возделыванием большинства зерновых и технических культур, его основной сельскохозяйственной специализацией стало молочное животноводство. В 2020 г. поголовье крупного рогатого скота составляло 32,2 тыс. голов со средним надоем 7695 кг на одну корову. В результате сложившаяся структура сельскохозяйственных угодий направлена на обеспечение животноводства кормами собственного производства — сена, сенажа и силоса. Обеспеченность кормами собственного производства в 2020 г. составила 24,8 ц на одну голову. Сельскохозяй-

ственные угодья занимают 630,1 тыс. га, из которых площадь кормовых угодий составляет 344,6 тыс. га. Пашня занимает 275,5 тыс. га и также в основном используется в кормопроизводстве [1–3].

Сельскохозяйственное производство на севере Архангельской области в основном располагается в пойме реки Северная Двина, и основными источником производства кормов здесь являются естественные фитоценозы сенокосного типа. В силу того, что многолетние травостой в сложившихся природно-климатических условиях региона обеспечивают поступление высококачественной зеленой массы лишь до конца июня при первом укосе и после середины августа во втором, встает вопрос о необходимости использования однолетних кормовых культур для укрепления кормовой базы. Однолетние культуры позволяют в пе-

риод с начала июля до середины августа обеспечивать кормопроизводство сырьем для силосования и сенажирования без нарушения зеленого конвейера [4–6].

Из-за невозможности возделывать высокоэнергетические культуры (кукуруза, сорго, суданская трава и т. д.) на севере Архангельской области сложился традиционный набор однолетних кормовых культур с небольшим видовым разнообразием — овес яровой, рожь озимая, ячмень яровой, горох полевой и вика яровая. Современный уровень производства молока предъявляет все большие требования к производимым кормам, вследствие чего на одно из первых мест в кормопроизводстве выходит внедрение новых видов и сортов кормовых культур [7–9].

Исследования, проводимые на юге и севере Архангельской области, позволили выделить ряд перспективных для интродукции культур и новых сортов для возделывания в условиях региона. Из однолетних кормовых культур сюда вошли: горох полевой, люпин узколистный, рапс яровой, рыжик яровой, суданская трава, сорго сахарное, мальва, никандра физалисовидная, просо посевное, просо африканское, пайза, чумиза, могогар, ультраранние сорта кукурузы [10; 11].

Тем не менее, большинство вышеупомянутых культур при использовании на кормовые цели нуждается в применении особых технологических элементов, в первую очередь направленных на борьбу с сорной растительностью. Фактором, также сдерживающим внедрение в производство, является отсутствие достаточного количества высококачественного посевного материала.

Цель исследований — провести комплексную оценку роста, развития и продуктивности однолетних кормовых культур семейств бобовых и крестоцветных при совместном посеве с овсом яровым в условиях северных территорий Архангельской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в Холмогорском районе Архангельской области на базе ООО «Агрофирма «Холмогорская».

Объект исследований — однолетние травостои. В 2020 и 2021 гг. в полевом опыте изучались двухкомпонентные агроценозы из овса ярового сорта Кречет в смеси с различными культурами: викой яровой сорта Льговская 22, горохом полевым сорта Усатый кормовой, рапсом яровым сорта Риф и люпином узколистным сорта Ладный. Схема опыта представлена следующим образом:

1 вариант. Овес (3 млн шт./га) + вика (1 млн шт./га) — контроль;

2 вариант. Овес (3 млн шт./га) + горох (1 млн шт./га);

3 вариант. Овес (3 млн шт./га) + люпин (1 млн шт./га);

4 вариант. Овес (3 млн шт./га) + рапс (1 млн шт./га).

Почва участка дерново-мелкоподзолистая супесчаная высококультуренная, $pH_{\text{сол}} = 5,2$, массовая доля органического вещества — 2,5%, P_2O_5 — 300 мг/кг почвы, K_2O — 256 мг/кг почвы. Предшественник: вико-овсяная смесь на силос. Подготовка почвы заключалась в осеннем дисковании, перепашке весной и предпосевной культивации. Площадь делянки — 10,5 м², повторность четырехкратная. Посев осуществляли в начале июня. После посева провели прикатывание почвы. В иссле-

дованиях применяли общепринятые методики [12–15].

Годы проведения исследований отличались по сумме температур и выпавшим осадкам в течение вегетационных периодов (табл. 1). В сравнении со среднемноголетними данными отмечено ежегодное потепление климата.

На этом фоне 2021 г. характеризовался как избыточно увлажненный: гидротермический коэффициент по А.Г. Селянинову (ГТК) составил 1,76. При этом количество выпавших осадков в мае превысило норму на 176% (+72,3 мм) —

на 13-е число данного месяца образовался снежный покров высотой 6 см. В июне и июле складывались благоприятные условия для роста и развития однолетних культур.

В свою очередь вегетационный период 2021 г. был более сухим. ГТК этого периода составило 1,36 (достаточное увлажнение); из-за высоких температур в мае, июне и июле наблюдалось пересыхание верхнего слоя почвы, сохранявшееся до середины августа. 30 июня 2021 г. зафиксированы ливневые дожди, принесшие 106 мм осадков за один день.

1. Метеорологические условия вегетационных периодов

Показатель	Средне-многолетнее значение	2020 г.	Отклонение	2021 г.	Отклонение
Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °С	10,9	12,3	1,4	13,1	2,2
Май	5,9	6,9	1,0	10,1	4,2
Июнь	12,3	14,1	1,8	17,3	5,0
Июль	15,8	17,3	1,5	17,3	1,5
Август	13,2	13,2	0,0	14,4	1,2
Сентябрь	7,5	10,2	2,7	6,6	-0,9
Сумма осадков за вегетационный период, мм	294,0	408,3	114,3	270,2	-23,8
Май	41,0	113,3	72,3	37,7	-3,3
Июнь	59,0	32,0	-27	143,8	84,8
Июль	60,0	94,8	34,8	19,0	-41,0
Август	73,0	92,7	19,7	48,9	-24,1
Сентябрь	58,0	75,5	17,5	20,8	-37,2

Результаты исследований и их об-суждение. Влагообеспеченность почвы и температурный режим благоприятно повлияли на проращение семян изучаемых культур, всходы отмечены на 9–10-й день, позже всех взшел рапс — на 14-й день. В условиях севера Архангельской области травостой с викой и горохом

сильно полегают после начала формирования бобов, в особенности в условиях увеличения влагообеспеченности. Полегание приводит к большим потерям зеленой массы и увеличению ее загрязнения при уборке травостоя. В связи с этим оптимальным сроком уборки однолетних культур на силос является фаза «на-

чало колошения» у овса. В 2020 г. овес начал колоситься 21 июля, в 2021 г. — 27 июля. Однолетние бобовые и крестоцветные культуры на момент наступления у овса фазы «начало колошения» находились в фазах бутонизации и цветения, что в перспективе указывает на максимальное содержание в них сырого протеина.

Исследуемые однолетние кормовые культуры представлены видами, относящимися к различным ботаническим семействам и различающимися по содержанию сухого вещества и химическому составу. Соотношение между такими культурами в травостое позволяет регулировать различные параметры про-

дуктивности: сбор сухого вещества, протеина, обменной энергии. В таблице 2 приведена структура урожая, полученная при заданной густоте стояния растений, из которой видно, что во второй год исследований, отличившийся засушливостью, наблюдается снижение участия бобовых и крестоцветных культур в урожае. Причем, если на вариантах травостоев с люпином, горохом и рапсом снижение их участия незначительно и колеблется в пределах 4–7%, то на контрольном варианте содержание вики в урожае уменьшилось на 19%. Анализируя структуру урожая, следует отметить, что люпина в травостое содержалось меньше всего.

2. Структура урожая по годам исследований, %

Вариант	Культура	2020 г.	2021 г.
Овес + вика, контроль	Вика	52	33
	Овес	48	67
Овес + люпин	Люпин	38	34
	Овес	62	66
Овес + горох	Горох	42	48
	Овес	58	52
Овес + рапс	Рапс	51	44
	Овес	49	56

Урожайность зеленой массы однолетних культур в значительной степени зависит от влажности воздуха, почвы и может изменяться в течение суток. По этой причине наиболее объективным параметром оценки продуктивности служит сбор сухого вещества с единицы площади (табл. 3). В условиях 2020 г. наибольшую урожайность имел травостой из овса и гороха с прибавкой к контролю 1,44 т/га, а наименьшую — травостой из овса и люпина.

Во второй год исследований кон-

трольный вариант показал наиболее высокую продуктивность. Тем не менее, травостой из овса с горохом уступал всего на 0,02 т/га, а недобор сухого вещества у травостоя «овес + рапс» в сравнении с контролем был несущественным. Наименьшей продуктивностью сухого вещества во второй год характеризовался травостой из смеси овса с люпином. Из таблицы также видно, что продуктивность травостоя из смеси овса с рапсом более стабильна и меньше других зависит от погодных условий.

3. Сбор сухого вещества однолетних травостоев, т/га

Травостой	2020 г.		2021 г.	
	1-й укос	+/- к контролю	1-й укос	+/- к контролю
Овес + вика, контроль	5,92	—	6,33	—
Овес + люпин	4,90	-1,02	5,84	-0,49
Овес + горох	7,36	1,44	6,31	-0,02
Овес + рапс	6,11	0,19	6,10	-0,23
НСР _{0,5}	0,70	—	0,36	—

Сухое вещество растений состоит из минеральной и органической частей, последняя включает в себя ряд важных зоотехнических показателей, таких как азотистые вещества и углеводы. Азотистые вещества являются, в первую очередь, строительным материалом для живого организма, а углеводы обеспечивают энергию, необходимую для работоспособности всех функций организма [16]. Чем выше белковая и углеводная насыщенность кормов собственного производства, тем меньше приходится использовать дорогостоящих концентрированных кормов. Сбор сырого протеина и содержание обменной энергии в сухом веществе исследуемых травостоев

приведены в таблице 4. Сложившиеся условия вегетационного периода 2020 г. обеспечили различное накопление обменной энергии в сухом веществе травостоев. Максимальной энергонасыщенностью характеризовалось сухое вещество зеленой массы травостоя «овес + горох», прибавка в сравнении с контролем составила 17,69 ГДж/га (+33%). Этот же вариант в данном году позволил получить наибольшее количество сырого протеина: +0,42 т/га (+57%) к контролю. Наименее энергонасыщенным, с наименьшим содержанием протеина, оказался травостой из овса и люпина: -13,3 ГДж (-25%) и -0,35 т/га (-48%) соответственно.

4. Выход обменной энергии и сбор сырого протеина в сухом веществе

Вариант	Обменная энергия, ГДж		Протеин сырой, т/га	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Овес + вика, контроль	52,75	67,73	0,73	1,33
Овес + люпин	39,45	62,19	0,38	1,11
Овес + горох	70,44	62,03	1,15	1,04
Овес + рапс	54,99	64,23	0,71	1,23

В 2021 г. наиболее энергонасыщенным и наиболее богатым сырым протеином оказался контрольный вариант. Наиболее близким к контролю по содержанию обменной энергии и сырого протеина стал травостой из овса и рапса с раз-

ницей всего в 3,5 ГДж/га (5%) и 0,1 т/га (7%). Варианты травостоев из овса с люпином и овса с горохом между собой различались на 0,16 ГДж (менее 1%) обменной энергии и на 0,07 т/га (6%) сырого протеина в пользу первого из них.

Учитывая, что растения люпина узколистного и рапса ярового прямостоячие, не нуждаются в опоре и не подвержены полеганию, возможно осуществление регулирования структуры урожая, а соответственно, и показателей продуктивности, посредством изменения соотношения высеваемых компонентов и общей густоты стояния растений.

Заключение. В результате исследований установлено, что в изменчивых погодных условиях северных территорий Архангельской области наиболее предпочтительно создавать однолетние травостои из сортов овса ярового и гороха полевого, предназначенные для использования на зеленую массу. Такие аг-

роценозы при заявленной густоте стояния позволяют получать от 6,31 т/га до 7,31 т/га сухого вещества, 62,03–70,44 ГДж обменной энергии и 1,01–1,15 т/га сырого протеина.

Использование рапса ярового в смеси с овсом яровым обеспечивает, независимо от погодных условий, продуктивность агроценозов на уровне контрольного варианта, что позволяет разнообразить видовой ассортимент культур и снизить риски влияния неблагоприятных факторов.

Возделывание овсяно-люпиновой травосмеси не обеспечило достоверной прибавки урожая и питательной ценности.

Литература

1. Итоги деятельности агропромышленного комплекса Архангельской области (без НАО) в 2022 году. – URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minapk/rework/> (Дата обращения 17.04.2023).
2. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2021 год : доклад // Архангельск: САФУ, 2022. – 468 с. – URL: https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf. (Дата обращения 17.04.2023).
3. Кормопроизводство Нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития / А.С. Шпаков, А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, В.Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 6–20. – DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20>.
4. Прозоров А.А., Шиловский А.Д. Холмогорский скот. История. Современность. Перспективы. – Архангельск : ПГУ, 2003. – 352 с.
5. Хализова З.Н., Зыкова С.А. Состояние и перспективы отрасли кормопроизводства в России // Эффективное животноводство. – 2019. – № 3. – С. 14–18. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362>. (Дата обращения 17.04.2023).
6. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 135 с. – URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/kormoproizvodstvo-v-selskom-khoziaistve-ekologii-i-ratcionalnom-prirodopolzovanii.pdf>. (Дата обращения 17.04.2023).
7. Аспекты повышения эффективности производства молока в Архангельской области: научно обоснованные рекомендации по заготовке кормов собственного производства и кормлению животных / В.В. Гинтов, Л.А. Попова, А.Л. Дыдыкина [и др.]. – Архангельск : Солти, 2018. – 82 с.
8. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю. Влияние перспективных видов и сортов бобовых культур на ботанический состав, продуктивность и питательность однолетних смесей в условиях Европейского Севера России // Агрзоотехника. – 2022. – № 4. – С. 1–14. – DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.2.

9. Коновалова Н.Ю., Вахрушева В.В., Коновалова С.С. Влияние современных технологий на развитие кормопроизводства Европейского Севера Российской Федерации // *Агрозоотехника*. – 2018. – № 2. – С. 1–11. – DOI: 10.15838/alt.2018.2.2.4.
10. Корелина В.А., Батакова О.Б., Зобнина И.В. Интродукция кормовых культур для расширения видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства в условиях субарктической зоны Российской Федерации // *Эффективное животноводство*. – 2018. – № 4. – С. 32–35. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (Дата обращения 17.04.2023).
11. Шаманин А.А., Попова Л.А., Гинтов В.В. Малораспространенные кормовые культуры для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях северного региона России // *Аграрный вестник Урала*. – 2019. – № 4. – С. 40–47. – URL: <http://agvu.urgau.ru/ru/19-joomla/198-4-183-2019.html> (Дата обращения 17.04.2023).
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
13. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М. : ВИК, 1983. – 197 с.
14. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М. : ЦИНАО, 2002. – 76 с.
15. ГОСТ 32040–12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. – М. : Стандартинформ, 2020. – 7 с.
16. Мороз М.Т. Кормление крупного рогатого скота. Контроль полноценности. Обмен веществ. – СПб : Санкт-Петербургский государственный университет, 2017. – 321 с.

References

1. Itogi deyatelnosti agropromyshlennogo kompleksa Arkhangel'skoy oblasti (bez NAO) v 2022 godu [The results of the activities of the agro-industrial complex of the Arkhangelsk region (excluding NAO) in 2022], URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minapk/rework/> (Date of access:17.04.2023).
2. Sostoyanie i okhrana okruzhayushchey sredy Arkhangel'skoy oblasti za 2021 god: doklad [State and environmental protection of the Arkhangelsk region for 2021: Report]. Arkhangelsk, 2022, 468 p., https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf (Date of access:17.04.2023).
3. Shpakov A.S., Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Volovik V.T. Kormoproizvodstvo Nechernozemnoy zony: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Feed production in the Non-Chernozem zone: state and prospects of development]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2020, no. 4, pp. 6–20, <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20>.
4. Prozorov A.A. Shilovsky A.D. Kholmogorskiy skot. Istoriya. Sovremennost'. Perspektivy [Kholmogory cattle. Story. Modernity. Prospects]. Arkhangelsk, 2003, 352 p.
5. Khalizova Z.N., Zytkova S.A. Sostoyanie i perspektivy otrasli kormoproizvodstva v Rossii [Status and prospects of the feed industry in Russia]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo [Efficient animal husbandry]*, 2019, no. 3, pp. 14–18, URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362> (Date of access:17.04.2023).
6. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaystve, ekologii i ratsional'nom prirodopol'zovanii (teoriya i praktika) [Feed production in agriculture, ecology and rational nature management (theory and practice)]. Moscow, Tipografiya Rossel'hozakademii Publ., 2014, 135 p., URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/kormoproizvodstvo-v-sel'skom-khoziaistve-ekologii-i-ratsionalnom-prirodopolzovanii.pdf> (Date of access:17.04.2023).
7. Gintov V.V., Popova L.A., Dydykina A.L. et al. Aspekty povsheniya effektivnosti proizvodstva moloka v Arkhangel'skoy oblasti: nauchno obosnovannye rekomendatsii po zagotovke kormov sobstvennogo proizvodstva i kormleniyu zhivotnykh [Aspects of Improving the Efficiency of Milk Production in the Arkhangelsk Region: Evidence-Based Recommendations for Procuring Fodder of Own Production and Feeding Animals]. Arkhangelsk, Solti Publ., 2018, 82 p.

8. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu. Vliyanie perspektivnykh vidov i sortov bobovykh kul'tur na botanicheskiy sostav, produktivnost' i pitatel'nost' odnoletnikh smesei v usloviyakh Evropeiskogo Severa Rossii [Influence of promising species and varieties of legumes on botanical composition, productivity and nutritional value of annual mixtures in the conditions of the European North of Russia]. *Agrozootekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2022, no. 4, pp. 1–14, DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.2.
9. Konovalova N.Y., Konovalova S.S., Vakhrusheva V.V. Vliyanie sovremennykh tekhnologii na razvitiye kormoproizvodstva Evropeiskogo Severa Rossiiskoi Federatsii [Impact of modern technology on the development of fodder production in the European north of the Russian federation]. *Agrozootekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2018, no. 1, pp. 1–11, DOI: 10.15838/alt.2018.2.2.4.
10. Korelina V.A., Batakova O.B., Zobnina I.V. Introduktsiya kormovykh kul'tur dlya rasshireniya vidovogo raznoobraziya, ukrepleniya bazy shivotnovodstva v usloviyakh subarkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Introduction of fodder crops to expand species diversity, strengthen the forage base of livestock in the subarctic zone of the Russian Federation]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective animal husbandry], 2018, no. 4, pp. 32–35, URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (Date of access: 17.04.2023).
11. Shamanin A.A., Popova L.A., Gintov V.V. Malorasprostrannyye kormovye kul'tury dlya formirovaniya vysokokachestvennykh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh severnogo regiona Rossii [Rare forage crops for the formation of high-quality forage agrocenoses in the conditions of the northern region of Russia]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2019, no. 4, pp. 40–47, URL: <http://agvu.urgau.ru/ru/19-joomla/198-4-183-2019.html> (Date of access: 17.04.2023).
12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Technique of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
13. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, 1983, 197 p.
14. Metodicheskie ukazaniya po otsenke kachestva i pitatel'nosti kormov [Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed]. Moscow, 2002, 76 p.
15. GOST 32040–12. Korma, kombikorma, kombikormovoye syr'ye. Metod opredeleniya sodержaniya syrogo proteina, syroy kletchatki, syrogo zhira i vlagi s primeneniyem spektroskopii v blizhney infrakrasnoy oblasti [Feed, compound feed, compound feed raw materials. Method for determining crude protein, crude fiber, crude fat and moisture content using near-infrared spectroscopy]. Moscow, Standardinform Publ., 2020, 7 p.
16. Moroz M.T. Kormlenie krupnogo rogatogo skota. Kontrol' polnotsennosti. Obmen veshchestv [Feeding cattle. Validity control. Metabolism]. St.-Petersburg, 2017, 321 p.